

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

BEST AVAILABLE COPY

(11)Publication number : 09-082852

(43)Date of publication of application : 28.03.1997

(51)Int.Cl.

H01L 23/29
H01L 23/31
H01L 21/56
H01L 23/28
H01L 27/14
H04N 5/335

(21)Application number : 07-236939

(71)Applicant : HAMAMATSU PHOTONICS KK

(22)Date of filing : 14.09.1995

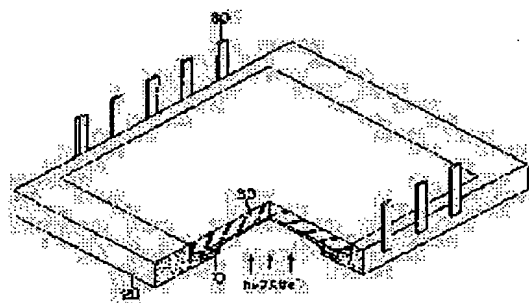
(72)Inventor : SUYAMA MOTOHIRO
MURAMATSU MASA HARU
KAGEYAMA AKIHIRO

(54) REAR IRRADIATION SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to prevent a deflection from being generated in the detection surface of a CCD element while the mechanical strength of the CCD element formed into a thin plate is held by a method wherein a filling material is set at a high temperature so that it is cured in a state that the CCD element receives a tensile stress from a protective frame and is extended.

SOLUTION: A rear irradiation semiconductor device is provided with a rectangular and tabular semiconductor element (a CCD element) 10, which is formed using a semiconductor substrate as its base, and a protective frame 20 formed by molding a material having a thermal expansion coefficient larger than that of the substrate into a rectangle and an annular form. Moreover, the device is provided with a filling material 30, which has a function to be used as a heat sink for cooling this CCD element 10 along with a function for reinforcing mechanically the element 10 from the surface. When the element 10 is heated up to a temperature T2 higher than a curing temperature T1 of a bonding agent, it receives a tensile stress from the frame 20 due to a difference between the thermal expansion coefficients of both of the element 10 and the frame 20 and is extended. The material 30 is cured at the temperature T2 and supports mechanically the element 10. Thereby, even if the device is returned to normal temperatures and is set at the service temperature of the device, a deflection is not generated in the element 10.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

20.05.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3486267

[Date of registration] 24.10.2003

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

3/10

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-82852

(43) 公開日 平成9年(1997)3月28日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 23/29			H 0 1 L 23/30	E
23/31			21/56	R
21/56			23/28	J
23/28			H 0 4 N 5/335	F
27/14			H 0 1 L 23/30	B
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平7-236939

(22) 出願日 平成7年(1995)9月14日

(71) 出願人 000236436

浜松ホトニクス株式会社

静岡県浜松市市野町1126番地の1

(72) 発明者 須山 本比呂

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72) 発明者 村松 雅治

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72) 発明者 影山 明広

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

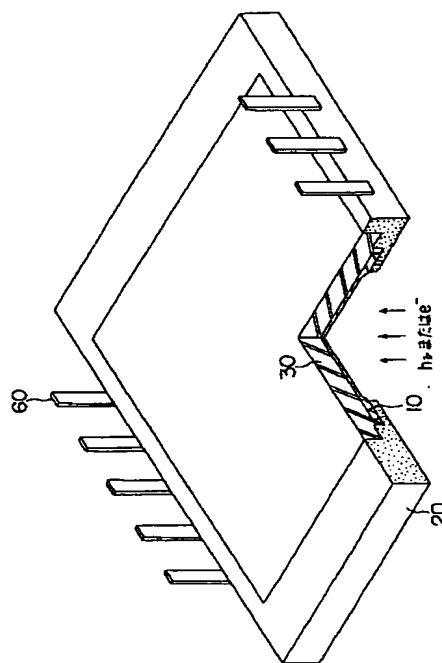
(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

(54) 【発明の名称】 裏面照射型半導体装置とその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は検出面のたわみを解消した裏面照射型半導体装置とその製造方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 裏面照射型半導体装置は、裏面に照射される光や電子等のエネルギー線に感度を有する、周縁部の内側を裏面から薄化して構成された矩形で板状の半導体検出素子と、半導体検出素子を構成する半導体基板の熱膨張率より大きい材料からなる矩形で環状の保護枠と、半導体検出素子の周縁部と保護枠との間に介在されて硬化温度T1で硬化された熱硬化型の接着剤と、半導体検出素子の表面に形成された電極部と保護枠に形成された配線部とを電気的に接続させる接続部材と、半導体検出素子の表面側に充填されて少なくとも周縁部およびその内側を被覆すると共に接着剤の硬化温度T1よりも高い硬化温度T2で硬化させられた充填材とを備える。



FP04-0065 -00W0-HP
'04.8.03
SEARCH REPORT

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 裏面に照射される光や電子等のエネルギー線に感度を有する、周縁部の内側を前記裏面から薄化して構成された矩形で板状の半導体検出素子と、前記半導体検出素子を構成する半導体基板の熱膨張率より大きい材料からなる矩形で環状の保護枠と、前記半導体検出素子の前記周縁部と前記保護枠との間に介在されて硬化温度T1で硬化された熱硬化型の接着剤と、前記半導体検出素子の表面に形成された電極部と前記保護枠に形成された配線部とを電気的に接続させる接続部材と、前記半導体検出素子の前記表面側に充填されて少なくとも前記周縁部およびその内側を被覆すると共に前記接着剤の硬化温度T1よりも高い硬化温度T2で硬化させられた充填材と、を備える裏面照射型半導体装置。

【請求項2】 裏面に照射される光や電子等のエネルギー線に感度を有する、周縁部の内側を前記裏面から薄化して構成された矩形で板状の半導体検出素子の前記周縁部を、前記半導体検出素子を構成する半導体基板の熱膨張率より大きい材料からなる矩形で環状の保護枠に、熱硬化型の接着剤により硬化温度T1で接着させる第1の工程と、前記半導体検出素子の表面に形成された電極部と前記保護枠に形成された配線部を電気的に接続する第2の工程と、前記半導体検出素子の前記表面側に熱硬化型の充填材を充填し、少なくとも前記半導体検出素子の前記周縁部およびその内側を被覆する第3の工程と、前記接着剤の硬化温度T1よりも高い硬化温度T2で前記充填材を硬化させる第4の工程と、を備える裏面照射型半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光や電子等のエネルギー線を裏面から入射し、二次元で検出する裏面照射型半導体装置とその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】裏面照射型半導体装置、例えば、裏面照射型CCDは、シリコンを材料としたCCD素子（半導体検出素子）と、セラミック等を材料とした保護枠とを、接着剤によって接着した後、電気的に接続することにより構成される。かかるCCD素子は、通常の半導体プロセスにてポリシリコン電極よりなる電荷結合型の転送部分と、電荷読み出し部分のFETとを半導体基板の表面に形成して構成されるが、光や電子等のエネルギー線を表面側から照射すると、上記の電極等により入射が妨げられ、極微弱光に対する十分な感度が得られない。

【0003】そこで、エネルギー線を裏面から照射する方式が採用されているが、その際には、周縁部分を残し

2

て裏面を化学的なエッチングにて20 μ m程度に薄形化している。これにより、検出面、すなわち、裏面側から照射されたエネルギー線によって発生した信号電荷を読み出せるようにし、CCDによるエネルギー線の検出感度等の性能低下を抑制できるようにしている。ところが、CCD素子が薄形化すると取り扱いミスによる破損、または、検出面のたわみによるデフォーカスといった問題点が生じる。このため、従来は薄板化工程の前に保護枠を接着したり、保護枠を堆積したりする工夫が提案されている（特開平6-334158号公報、特開平6-318688号公報）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、例えば、CCD素子を接着剤により保護枠と接着して機械的強度を改善するとしても、CCD素子を構成する半導体材料と保護枠を構成するセラミック材料との熱膨張率の差に起因して、本来は平面であるべき検出面がたわんでしまう。この場合、例えば、両者の熱膨張率は極力合うように保護枠の材料を選定することが考えられるが、その製造プロセスで要求される温度である+800℃から使用温度である-30℃までの広い温度領域で、両者の熱膨張率を完全に合せるのは事実上困難であるので、熱膨張率の差によるたわみは避けることはできない。

【0005】また、保護枠を接着しなくても半導体基板を薄化することたわみが生じることがある。例えば、12×12mm²の面積のCCD素子を20 μ mまで薄板化すると、表面層の電極材料と絶縁膜材料と、基板であるシリコンとの熱膨張差に起因し、それ自体でたわみが生じることがあり、結局、検出面を平面にすることは極めて困難であった。

【0006】したがって、検出すべきエネルギー線の像を結像するための光学レンズや電子レンズの焦点を、検出面全体で一様に合わせられないという解決すべき課題があった。

【0007】そこで本発明は、薄板化された半導体検出素子の機械的強度を保持しながら、検出面のたわみを防止できる裏面照射型半導体装置とその製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の裏面照射型半導体装置は、裏面に照射される光や電子等のエネルギー線に感度を有する、周縁部の内側を裏面から薄化して構成された矩形で板状の半導体検出素子と、半導体検出素子を構成する半導体基板の熱膨張率より大きい材料からなる矩形で環状の保護枠と、半導体検出素子の周縁部と保護枠との間に介在されて硬化温度T1で硬化された熱硬化型の接着剤と、半導体検出素子の表面に形成された電極部と保護枠に形成された配線部とを電気的に接続させる接続部材と、半導体検出素子の表面側に充填されて少なくとも周縁部およびその

3

内側を被覆すると共に接着剤の硬化温度 T_1 よりも高い硬化温度 T_2 で硬化させられた充填材とを備える。

【0009】また、本発明の裏面照射型半導体装置の製造方法は、裏面に照射される光や電子等のエネルギー線に感度を有する、周縁部の内側を裏面から薄化して構成された矩形で板状の半導体検出素子の周縁部を、半導体検出素子を構成する半導体基板の熱膨張率より大きい材料からなる矩形で環状の保護枠に、熱硬化型の接着剤により硬化温度 T_1 で接着させる第1の工程と、半導体検出素子の表面に形成された電極部と保護枠に形成された配線部を電気的に接続する第2の工程と、半導体検出素子の表面側に熱硬化型の充填材を充填し、少なくとも半導体検出素子の周縁部およびその内側を被覆する第3の工程と、接着剤の硬化温度 T_1 より高い硬化温度 T_2 で充填材を硬化させる第4の工程とを備える。

【0010】本発明の裏面照射型半導体装置とその製造方法では、半導体検出素子と保護枠との両者の熱膨張率の差により、半導体検出素子は接着剤の硬化温度 T_1 より高温の T_2 にされたときに引っ張り応力を受け、伸張する。そして、充填材は温度 T_2 で硬化し、半導体検出素子を機械的に支持する。このため、硬化された充填材が半導体検出素子に密着してその保持部材として機能するので、裏面照射型半導体装置を常温に戻したり、裏面照射型半導体装置の使用温度にしても、半導体検出素子にたわみは生じない。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態を図面を参照して説明する。前述の従来例と同一または同等のものについては簡略化若しくは省略するものとする。

【0012】図1は、本発明の裏面照射型半導体装置の実施形態、すなわち本発明の製造方法の実施形態により実際に製作される裏面照射型CCDの斜視図を一部断面にて示したものである。この裏面照射型CCDは、半導体基板をベースとする矩形で板状のCCD素子（半導体検出素子）10と、半導体基板の熱膨張率（ 3×10^{-6} / $^{\circ}\text{C}$ ）より大きい熱膨張率（ 7×10^{-6} / $^{\circ}\text{C}$ ）を有するアルミナセラミックを矩形で環状に成型した保護枠20と、CCD素子10を表面から機械的に補強する機能とと共に、これを冷却するためのヒートシンクとしての機能とを具備した充填材30と、保護枠20の外側に対向した二面において固定されている外部入出力ピン60とからなる。そして、図1において矢印に示すように、CCD素子10の裏面から光や軟X線、紫外線（h ν ）あるいは電子線（e $^{-}$ ）等の検出すべきエネルギー線が入射される。

【0013】図2は、図1で示した裏面照射型CCDにおいて、充填材30を取り除いたときの上面から見た図である。CCD素子10の周縁部において対向する二辺には、その表面上に電荷出力部としてのボンディングパッド11が設けられている。保護枠20は3段の階段形

4

状を有し、最下段のダイアタッチ面21から順に、メタライズ配線22の形成された中段の面、最上段面23が配置されている。CCD素子10の周縁部の裏面はダイアタッチ面21で後述する接着剤40により接着されている。ボンディングパッド11とメタライズ配線22はワイヤー50（接続部材）により電気的に接続され、また、外部入出力ピン60はメタライズ配線22と電気的に接続され、信号を外部に取り出すようになっている。

【0014】図3（a）は、図2で示したCCD素子10のA-A線断面図である。CCD素子10は、P $^{+}$ 型シリコンウェハー上にP型シリコン層13をエピタキシャル成長させたP/P $^{+}$ シリコンウェハーを材料とした半導体基板からなり、これをダイシング等によりチップ状に分割して構成されている。また、CCD素子10は半導体基板の周縁部を残して裏面側から薄化されている。

【0015】図3（b）は、図3（a）で示したCCD素子10の周縁部近傍の拡大断面図である。CCD素子10は、半導体基板の周縁部分を残して、加熱した水酸化カリウム水溶液によりP $^{+}$ 型シリコン12がエッチングにより除去され、ほぼP型シリコン層13の厚さまで薄化されている。また、その周縁部の反対面（表面）上に、前述したボンディングパッド11が設けられている。

【0016】図3（c）は、図3（b）で示したCCD素子10のうち、薄化しているところの拡大断面図である。CCD素子10は、P型シリコン層13を画素毎に電気的に分離するアイソレーション（図示せず）と、電荷転送部としてのnウェル14とが形成され、その表面上にゲート酸化膜15と、ポリシリコンからなる転送電極16a、bと、層間絶縁膜である酸化膜17とが形成され、スイッチあるいは転送ゲートとしてのFET（図示せず）が形成されている。また、P $^{+}$ 型シリコン12を除去して基板を薄化させた面、すなわち、裏面より、イオン注入によるアキュムレーション層18が形成され、裏面の界面付近で生じた信号電荷がCCDポテンシャル井戸に流れやすい構造にしている。また裏面には、必要に応じて、入射エネルギー線の反射防止膜を設ける。可視光に対しては 10^{-5} cmの酸化膜が適する。なお、このCCD素子10は、主に、フレームトランスファ型、または、フルフレームトランスファ型で利用されている。

【0017】通常の表面入射型CCDでは、ポリシリコンの転送電極や層間絶縁膜がエネルギー線を吸収または反射するため、可視光領域では最大40%程度の量子効率に制限されるが、本発明の裏面照射型CCDの場合では不具合はない。すなわち、エネルギー線の入射を阻害するものが少ない半導体基板の裏側よりエネルギー線が入射するので、エネルギー線はP型シリコン層13で有効に吸収され、信号電荷を発生する。さらに、半導体基

板は薄形化されているので、発生した電荷が表面側（転送電極14a, bのある側）まで移動する間に、再結合による消滅や拡散による広がりが避けられる。よって、可視光領域では最大90%の量子効率また紫外線領域でも50%の感度が得られると共に、電子線に対しても高い感度が得られる。

【0018】次に、このようなCCD素子10と保護枠20を用いた裏面照射型CCDの組立工程を図4(a)～(c)に従い説明する。図4(a)～(c)は図2のA-A線断面図を工程順に示している。

【0019】はじめに、上記のようなCCD素子10と保護枠20を、別個のプロセスであらかじめ作製しておく。そして、図4(a)に示すように、CCD素子10の周縁部と保護枠20のダイアタッチ部21との間に液状の熱硬化型の接着剤40を介在させて、両者を貼り合わせる。そして、加熱装置（図示せず）で昇温し、硬化温度T1(80℃)で接着剤40を硬化させると、CCD素子10と保護枠20の両者は接着された状態で固着される。そのとき、CCD素子10には、引っ張り応力も圧縮応力も発生していない。なお、剛性を有するCCD素子10の周縁部分と剛性を有するダイアタッチ面21との間で接着しているの、接着面のボイドはほとんどなくなり、また、薄板化工程の後に保護枠20とCCD素子10とを接着しているの、エッチング液に対する耐薬品性を考慮する必要はなくなる。

【0020】次に、加熱装置による昇温を停止して室温まで冷却すると、保護枠20とCCD素子10との熱膨張率の差により、CCD素子10は周縁部が固定された状態で圧縮力を受ける。この状態で図4(b)に示すように、CCD素子10表面上のボンディングパッド11と保護枠20上のメタライズ配線22とをワイヤー50でボンディングし、電気的に接続させる。

【0021】次に、図4(c)に示すように、液状の充填材30を、CCD素子10の表面側に、少なくともCCD素子10の周縁部とその内側が被覆されるように、かつ充填材30の上面が最上段面23と一致するように均一に充填させる。充填材30の選定に当たっては、硬化の際収縮の小さい材料、例えばエポキシ樹脂やシリコン樹脂が適する。またガラス転移点が80℃程度で応力を吸収できるタイプが望ましい。さらに、充填材30の熱膨張係数は、CCD素子10の熱膨張係数と、保護枠20の熱膨張係数の中間程度が望ましいが、エポキシ系の充填材（熱膨張率は $70 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）でも特に問題はない。

【0022】しかる後、再び加熱装置を用いて昇温させる。接着剤40の硬化温度T1になると、CCD素子10の圧縮力は解消され、さらに高温になるとCCD素子10には引っ張り応力が生じる。そこで、充填材30を接着剤の硬化温度T1(80℃)より高い硬化温度T2(150℃)で硬化させる。そのとき、アルミナセラミ

ックからできている保護枠20の熱膨張率($7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)がCCD素子10の熱膨張率($3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)より大きいので、CCD素子10は引っ張り応力を受けて伸張すると共に、充填材30は硬化する。

【0023】最後に、再び加熱装置による昇温を停止し、室温まで冷却すると、CCD素子10は圧縮力を受けるが、充填材30がCCD素子10の機械的支持台として作用し、CCD素子10にたわみが生じることはない。

10 【0024】このように製作された裏面照射型CCDを、その使用温度である-30℃に冷却する実験を行った。そのとき、クラック等の外観上の問題点、暗電流の増加や画質の劣化等の特性的な問題点も生じなかった。また、従来技術では検出面のたわみによりデフォーカス、すなわち、画像となるエネルギー線を検出面全体でフォーカスが合わせられないという問題があったが、本発明の裏面照射型半導体装置の製造方法ではたわみが解消されたことにより、デフォーカスのような問題は生じなかった。さらに、検出面が充填材30で機械的に支持されることにより、取扱ミスによる破損がなくなった。その上、本発明により実際に製作された裏面照射型CCDはCCD素子10で発生した熱を充填材30により放熱し、ペルチエ素子等による冷却効率も著しく向上した。

【0025】

【発明の効果】以上の通り本発明の裏面照射型半導体装置とその製造方法によれば、半導体検出素子は保護枠より引っ張り応力を受け、伸張した状態で充填材が硬化される。このため、裏面照射型半導体装置を常温に戻したり、裏面照射型半導体装置の使用温度に冷却しても、半導体検出素子にたわみは生ぜず、レンズの焦点を検出面全体で合わせることができる。

【0026】また、充填材は半導体検出素子を機械的に支持することで、取り扱いミスによる破損がなくなると共に、充填材が半導体検出素子で発生する熱を放熱させる効果をも備え、ペルチエ素子等により短時間で冷却でき、素子の性能は向上できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る裏面照射型半導体装置の斜視図を一部断面にて示したものである。

【図2】図1で示した裏面照射型CCDにおいて、充填材30を取り除いたときの上面から見た図である。

【図3】図2で示したCCD素子10のA-A線断面図である。

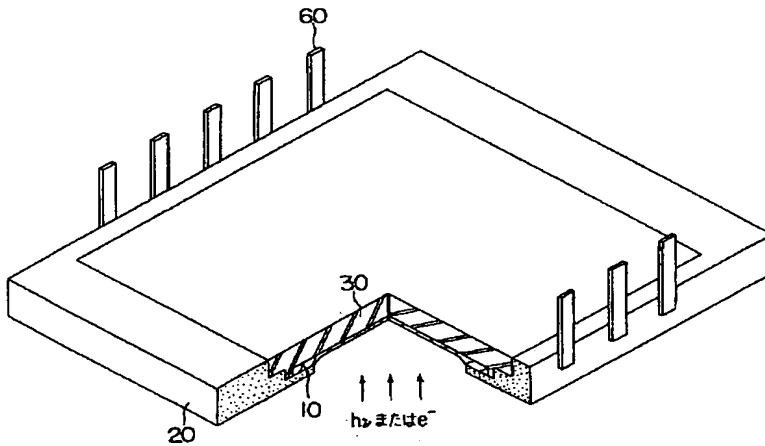
【図4】図2のA-A線断面図について製造工程を示したものである。

【符号の説明】

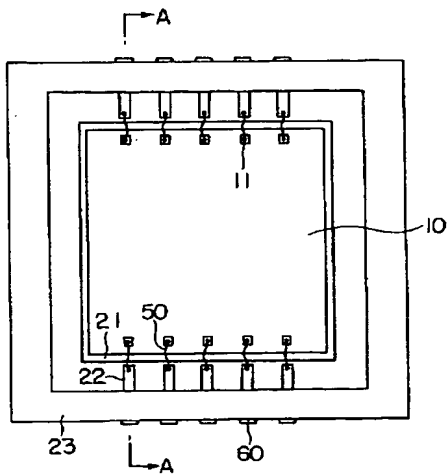
10・・・CCD素子、11・・・ボンディングパッド、12・・・P⁺型シリコン、13・・・P型シリコン層、14・・・nウェル、15・・・酸化膜、16

7
a, b...転送電極、17...酸化膜、18...アキュムレーション層、20...保護枠、21...ダイアタッチ面、22...メタライズ配線、23*
8
*...最上段面、30...充填材、40...接着剤、50...ワイヤー、60...外部入出力ピン。

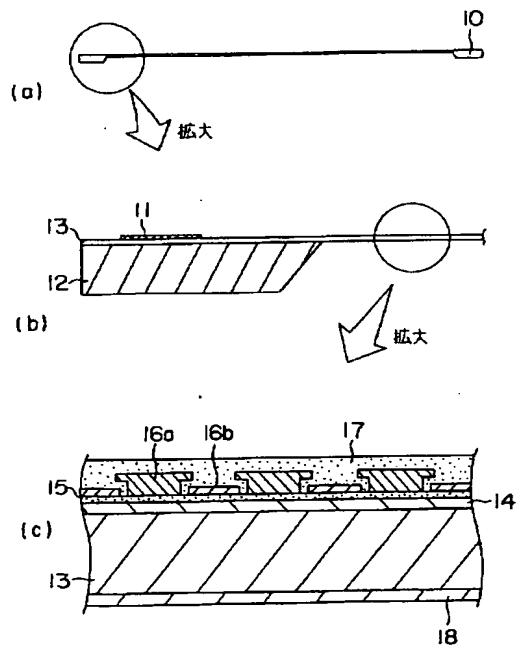
【図1】



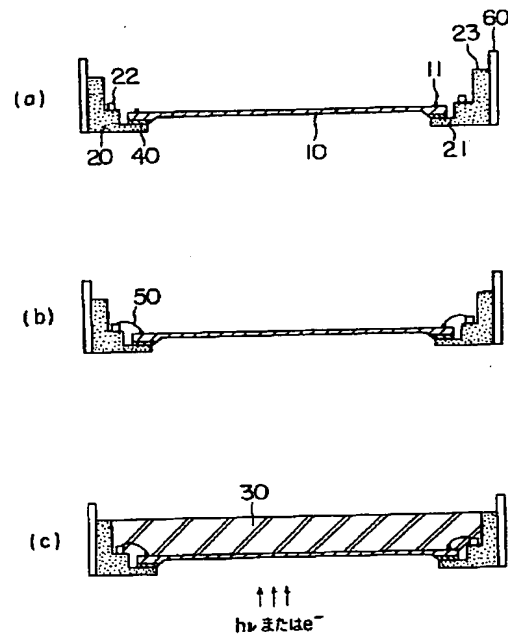
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

H 0 4 N 5/335

識別記号

片内整理番号

F I

H 0 1 L 27/14

技術表示箇所

D

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第7部門第2区分
 【発行日】平成14年8月2日(2002.8.2)

【公開番号】特開平9-82852
 【公開日】平成9年3月28日(1997.3.28)
 【年通号数】公開特許公報9-829
 【出願番号】特願平7-236939
 【国際特許分類第7版】

H01L 23/29
 23/31
 21/56
 23/28
 27/14

H04N 5/335

【F I】

H01L 23/30 E
 21/56 R
 23/28 J
 H04N 5/335 F
 H01L 23/30 B
 27/14 D

【手続補正書】
 【提出日】平成14年5月20日(2002.5.20)

【手続補正1】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】特許請求の範囲
 【補正方法】変更
 【補正内容】
 【特許請求の範囲】

【請求項1】裏面に照射される光や電子等のエネルギー線に感度を有する、周縁部の内側を前記裏面から薄化して構成された矩形で板状の半導体検出素子と、前記半導体検出素子を構成する半導体基板の熱膨張率より大きい材料からなる矩形で環状の保護枠と、前記半導体検出素子の前記周縁部と前記保護枠との間に介在されて硬化温度T1で硬化された熱硬化型の接着剤と、前記半導体検出素子の表面に形成された電極部と前記保護枠に形成された配線部とを電気的に接続させる接続部材と、前記半導体検出素子の前記表面側に充填されて少なくとも前記周縁部およびその内側を被覆すると共に前記接着剤の硬化温度T1よりも高い硬化温度T2で硬化させられた充填材と、を備える裏面照射型半導体装置。

【請求項2】裏面に照射される光や電子等のエネルギー線に感度を有する、周縁部の内側を前記裏面から薄化して構成された矩形で板状の半導体検出素子の前記周縁

部を、前記半導体検出素子を構成する半導体基板の熱膨張率より大きい材料からなる矩形で環状の保護枠に、熱硬化型の接着剤により硬化温度T1で接着させる第1の工程と、前記半導体検出素子の表面に形成された電極部と前記保護枠に形成された配線部を電気的に接続する第2の工程と、前記半導体検出素子の前記表面側に熱硬化型の充填材を充填し、少なくとも前記半導体検出素子の前記周縁部およびその内側を被覆する第3の工程と、前記接着剤の硬化温度T1よりも高い硬化温度T2で前記充填材を硬化させる第4の工程と、を備える裏面照射型半導体装置の製造方法。

【請求項3】裏面に照射される光や電子等のエネルギー線に感度を有する、周縁部の内側を前記裏面から薄化して構成された矩形の板状の半導体検出素子と、前記半導体検出素子の前記周縁部の前記裏面が接着剤によって接着される保護枠と、前記半導体検出素子の表面に形成された電極部と前記保護枠に形成された配線部とを電気的に接続させる接続部材と、を備えており、前記半導体検出素子の表面が、当該表面側に充填されて硬化させられた充填材によって機械的に補強されていることを特徴とする裏面照射型半導体装置。

【手続補正2】
 【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の詳細な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光や電子等のエネルギー線を裏面から入射し、二次元で検出する裏面照射型半導体装置とその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】裏面照射型半導体装置、例えば、裏面照射型CCDは、シリコンを材料としたCCD素子（半導体検出素子）と、セラミック等を材料とした保護枠とを、接着剤によって接着した後、電氣的に接続することにより構成される。かかるCCD素子は、通常の半導体プロセスにてポリシリコン電極よりなる電荷結合型の転送部分と、電荷読み出し部分のFETとを半導体基板の表面に形成して構成されるが、光や電子等のエネルギー線を表面側から照射すると、上記の電極等により入射が妨げられ、極微弱光に対する十分な感度が得られない。

【0003】そこで、エネルギー線を裏面から照射する方法が採用されているが、その際には、周縁部分を残して裏面を化学的なエッチングにて20 μ m程度に薄形成している。これにより、検出面、すなわち、裏面側から照射されたエネルギー線によって発生した信号電荷を読み出せるようにし、CCDによるエネルギー線の検出感度等の性能低下を抑制できるようにしている。ところが、CCD素子が薄形成すると取り扱いミスによる破損、または、検出面のたわみによるデフォーカスといった問題点が生じる。このため、従来は薄板化工程の前に保護枠を接着したり、保護枠を堆積したりする工夫が提案されている（特開平6-334158号公報、特開平6-318688号公報）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、例えば、CCD素子を接着剤により保護枠と接着して機械的強度を改善するとしても、CCD素子を構成する半導体材料と保護枠を構成するセラミック材料との熱膨張率の差に起因して、本来は平面であるべき検出面がたわんでしまう。この場合、例えば、両者の熱膨張率は極力合うように保護枠の材料を選定することが考えられるが、その製造プロセスで要求される温度である+800 $^{\circ}$ Cから使用温度である-30 $^{\circ}$ Cまでの広い温度領域で、両者の熱膨張率を完全に合せるのは事実上困難であるので、熱膨張率の差によるたわみは避けることはできない。

【0005】また、保護枠を接着しなくても半導体基板を薄化することでたわみが生じることがある。例えば、12 \times 12mm²の面積のCCD素子を20 μ mまで薄板化すると、表面層の電極材料と絶縁膜材料と、基板であるシリコンとの熱膨張差に起因し、それ自体でたわみが生じることがあり、結局、検出面を平面にすることは

極めて困難であった。

【0006】したがって、検出すべきエネルギー線の像を結像するための光学レンズや電子レンズの焦点を、検出面全体で一様に合わせられないという解決すべき課題があった。

【0007】そこで本発明は、薄板化された半導体検出素子の機械的強度を保持しながら、検出面のたわみを防止できる裏面照射型半導体装置とその製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の裏面照射型半導体装置は、裏面に照射される光や電子等のエネルギー線に感度を有する、周縁部の内側を裏面から薄化して構成された矩形で板状の半導体検出素子と、半導体検出素子を構成する半導体基板の熱膨張率より大きい材料からなる矩形で環状の保護枠と、半導体検出素子の周縁部と保護枠との間に介在されて硬化温度T1で硬化された熱硬化型の接着剤と、半導体検出素子の表面に形成された電極部と保護枠に形成された配線部とを電氣的に接続させる接続部材と、半導体検出素子の表面側に充填されて少なくとも周縁部およびその内側を被覆すると共に接着剤の硬化温度T1よりも高い硬化温度T2で硬化させられた充填材とを備える。

【0009】また、本発明の裏面照射型半導体装置の製造方法は、裏面に照射される光や電子等のエネルギー線に感度を有する、周縁部の内側を裏面から薄化して構成された矩形で板状の半導体検出素子の周縁部を、半導体検出素子を構成する半導体基板の熱膨張率より大きい材料からなる矩形で環状の保護枠に、熱硬化型の接着剤により硬化温度T1で接着させる第1の工程と、半導体検出素子の表面に形成された電極部と保護枠に形成された配線部を電氣的に接続する第2の工程と、半導体検出素子の表面側に熱硬化型の充填材を充填し、少なくとも半導体検出素子の周縁部およびその内側を被覆する第3の工程と、接着剤の硬化温度T1よりも高い硬化温度T2で充填材を硬化させる第4の工程とを備える。

【0010】本発明の裏面照射型半導体装置とその製造方法では、半導体検出素子と保護枠との両者の熱膨張率の差により、半導体検出素子は接着剤の硬化温度T1より高温のT2にされたときに引っ張り応力を受け、伸張する。そして、充填材は温度T2で硬化し、半導体検出素子を機械的に支持する。このため、硬化された充填材が半導体検出素子に密着してその保持部材として機能するので、裏面照射型半導体装置を常温に戻したり、裏面照射型半導体装置の使用温度にしても、半導体検出素子にたわみは生じない。

【0011】本発明に係る裏面照射型半導体装置は、裏面に照射される光や電子等のエネルギー線に感度を有する、周縁部の内側を裏面から薄化して構成された矩形の板状の半導体検出素子と、半導体検出素子の周縁部の裏

面が接着剤によって接着される保護枠と、半導体検出素子の表面に形成された電極部と保護枠に形成された配線部とを電気的に接続させる接続部材と、を備えており、半導体検出素子の表面が、当該表面側に充填されて硬化させられた充填材によって機械的に補強されていることを特徴とする。

【0012】本発明に係る裏面照射型半導体装置によれば、半導体検出素子が充填材で機械的に支持されることとなる。これにより、薄板化された半導体検出素子の機械的強度を保持しながら、検出面のたわみを防止できる。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態を図面を参照して説明する。前述の従来例と同一または同等のものについては簡略化若しくは省略するものとする。

【0014】図1は、本発明の裏面照射型半導体装置の実施形態、すなわち本発明の製造方法の実施形態により実際に製作される裏面照射型CCDの斜視図を一部断面にて示したものである。この裏面照射型CCDは、半導体基板をベースとする矩形で板状のCCD素子（半導体検出素子）10と、半導体基板の熱膨張率（ 3×10^{-6} / $^{\circ}\text{C}$ ）より大きい熱膨張率（ 7×10^{-6} / $^{\circ}\text{C}$ ）を有するアルミナセラミックを矩形で環状に成型した保護枠20と、CCD素子10を表面から機械的に補強する機能と共に、これを冷却するためのヒートシンクとしての機能とを具備した充填材30と、保護枠20の外側で対向した二面において固定されている外部入出力ピン60とからなる。そして、図1において矢印に示すように、CCD素子10の裏面から光や軟X線、紫外線（h ν ）あるいは電子線（e $^{-}$ ）等の検出すべきエネルギー線が入射される。

【0015】図2は、図1で示した裏面照射型CCDにおいて、充填材30を取り除いたときの上面から見た図である。CCD素子10の周縁部において対向する二辺には、その表面上に電荷出力部としてのボンディングパッド11が設けられている。保護枠20は3段の階段形状を有し、最下段のダイアタッチ面21から順に、メタライズ配線22の形成された中段の面、最上段面23が配置されている。CCD素子10の周縁部の裏面はダイアタッチ面21で後述する接着剤40により接着されている。ボンディングパッド11とメタライズ配線22はワイヤー50（接続部材）により電気的に接続され、また、外部入出力ピン60はメタライズ配線22と電気的に接続され、信号を外に取り出すようになっている。

【0016】図3（a）は、図2で示したCCD素子10のA-A線断面図である。CCD素子10は、P $^{+}$ 型シリコンウェハー上にP型シリコン層13をエピタキシャル成長させたP/P $^{+}$ シリコンウェハーを材料とした半導体基板からなり、これをダイシング等によりチップ状に分割して構成されている。また、CCD素子10は

半導体基板の周縁部を残して裏面側から薄化されている。

【0017】図3（b）は、図3（a）で示したCCD素子10の周縁部近傍の拡大断面図である。CCD素子10は、半導体基板の周縁部分を残して、加熱した水酸化カリウム水溶液によりP $^{+}$ 型シリコン12がエッチングにより除去され、ほぼP型シリコン層13の厚さまで薄化されている。また、その周縁部の反対面（表面）上に、前述したボンディングパッド11が設けられている。

【0018】図3（c）は、図3（b）で示したCCD素子10のうち、薄化しているところの拡大断面図である。CCD素子10は、P型シリコン層13を画素毎に電気的に分離するアイソレーション（図示せず）と、電荷転送部としてのnウェル14とが形成され、その表面上にゲート酸化膜15と、ポリシリコンからなる転送電極16a、bと、層間絶縁膜である酸化膜17とが形成され、スイッチあるいは転送ゲートとしてのFET（図示せず）が形成されている。また、P $^{+}$ 型シリコン12を除去して基板を薄化させた面、すなわち、裏面より、イオン注入によるアキュムレーション層18が形成され、裏面の界面付近で生じた信号電荷がCCDポテンシャル井戸に流れやすい構造にしている。また裏面には、必要に応じて、入射エネルギー線の反射防止膜を設ける。可視光に対しては 10^{-3} cmの酸化膜が適する。なお、このCCD素子10は、主に、フレームトランスファ型、または、フルフレームトランスファ型で利用されている。

【0019】通常の表面入射型CCDでは、ポリシリコンの転送電極や層間絶縁膜がエネルギー線を吸収または反射するため、可視光領域では最大40%程度の量子効率に制限されるが、本発明の裏面照射型CCDの場合では不具合はない。すなわち、エネルギー線の入射を阻害するものが少ない半導体基板の裏側よりエネルギー線が入射するので、エネルギー線はP型シリコン層13で有効に吸収され、信号電荷を発生する。さらに、半導体基板は薄形化されているので、発生した電荷が表面側（転送電極14a、bのある側）まで移動する間に、再結合による消滅や拡散による広がりが避けられる。よって、可視光領域では最大90%の量子効率また紫外線領域でも50%の感度を得られると共に、電子線に対しても高い感度を得られる。

【0020】次に、このようなCCD素子10と保護枠20を用いた裏面照射型CCDの組立工程を図4（a）～（c）に従い説明する。図4（a）～（c）は図2のA-A線断面図を工程順に示している。

【0021】はじめに、上記のようなCCD素子10と保護枠20を、別個のプロセスであらかじめ作製しておく。そして、図4（a）に示すように、CCD素子10の周縁部と保護枠20のダイアタッチ部21との間に液

状の熱硬化型の接着剤40を介在させて、両者を貼り合わせる。そして、加熱装置（図示せず）で昇温し、硬化温度 T_1 （ 80°C ）で接着剤40を硬化させると、CCD素子10と保護枠20との両者は接着された状態で固着される。そのとき、CCD素子10には、引っ張り応力も圧縮応力も発生していない。なお、剛性を有するCCD素子10の周縁部分と剛性を有するダイアタッチ面21との間で接着しているの、接着面のボイドはほとんどなくなり、また、薄板化工程の後に保護枠20とCCD素子10とを接着しているの、エッチング液に対する耐薬品性を考慮する必要はなくなる。

【0022】次に、加熱装置による昇温を停止して室温まで冷却すると、保護枠20とCCD素子10との熱膨張率の差により、CCD素子10は周縁部が固定された状態で圧縮力を受ける。この状態で図4（b）に示すように、CCD素子10表面上のボンディングパッド11と保護枠20上のメタライズ配線22とをワイヤー50でボンディングし、電気的に接続させる。

【0023】次に、図4（c）に示すように、液状の充填材30を、CCD素子10の表面側に、少なくともCCD素子10の周縁部とその内側が被覆されるように、かつ充填材30の上面が最上段面23と一致するように均一に充填させる。充填材30の選定に当たっては、硬化の際収縮の小さい材料、例えばエポキシ樹脂やシリコン樹脂が適する。またガラス転移点が 80°C 程度で応力を吸収できるタイプが望ましい。さらに、充填材30の熱膨張係数は、CCD素子10の熱膨張係数と、保護枠20の熱膨張係数の中間程度が望ましいが、エポキシ系の充填材（熱膨張率は $70 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）でも特に問題はない。

【0024】しかる後、再び加熱装置を用いて昇温させる。接着剤40の硬化温度 T_1 になると、CCD素子10の圧縮力は解消され、さらに高温になるとCCD素子10には引っ張り応力が生じる。そこで、充填材30を接着剤の硬化温度 T_1 （ 80°C ）より高い硬化温度 T_2 （ 150°C ）で硬化させる。そのとき、アルミナセラミックからできている保護枠20の熱膨張率（ $7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）がCCD素子10の熱膨張率（ $3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）

より大きいので、CCD素子10は引っ張り応力を受けて伸張すると共に、充填材30は硬化する。

【0025】最後に、再び加熱装置による昇温を停止し、室温まで冷却すると、CCD素子10は圧縮力を受けるが、充填材30がCCD素子10の機械的支持台として作用し、CCD素子10にたわみが生じることはない。

【0026】このように製作された裏面照射型CCDを、その使用温度である -30°C に冷却する実験を行った。そのとき、クラック等の外観上の問題点、暗電流の増加や画質の劣化等の特性的な問題点も生じなかった。また、従来技術では検出面のたわみによりデフォーカス、すなわち、画像となるエネルギー線を検出面全体でフォーカスが合わせられないという問題があったが、本発明の裏面照射型半導体装置の製造方法ではたわみが解消されたことにより、デフォーカスのような問題は生じなかった。さらに、検出面が充填材30で機械的に支持されることにより、取扱ミスによる破損がなくなった。その上、本発明により実際に製作された裏面照射型CCDはCCD素子10で発生した熱を充填材30により放熱し、ヘルチエ素子等による冷却効率も著しく向上した。

【0027】

【発明の効果】以上の通り本発明の裏面照射型半導体装置とその製造方法によれば、半導体検出素子は保護枠より引っ張り応力を受け、伸張した状態で充填材が硬化される。このため、裏面照射型半導体装置を常温に戻したり、裏面照射型半導体装置の使用温度に冷却しても、半導体検出素子にたわみは生ぜず、レンズの焦点を検出面全体で合わせることができる。

【0028】また、充填材は半導体検出素子を機械的に支持することで、取り扱いミスによる破損がなくなると共に、充填材が半導体検出素子で発生する熱を放熱させる効果をも備え、ヘルチエ素子等により短時間で冷却でき、素子の性能は向上できる。

【0029】そして、本発明によれば、薄板化された半導体検出素子の機械的強度を保持しながら、検出面のたわみを防止できる。

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**